PEDOLOGIE, XI,1, pp. 138-147. Gand, 1961.

# CLASSIFICATION DES SOLS

## COMPARAISON DE LA CLASSIFICATION AMERICAINE ET DE LA CLASSIFICATION FRANÇAISE

Ph. DUCHAUFOUR
*Professeur à l'Ecole Nationale des Eaux & Forêts*
*Nancy*

### I. INTRODUCTION

La science de la systématique des sols se propose un double objectif.

1. Le premier consiste à donner aux cartographes un *outil* nécessaire à l édification des cartes à grande échelle et utilisables dans un but pratique : utilisation agronomique par exemple; cette classification, dite « des unités inférieures », a été entreprise, dans beaucoup de pays, en même temps que la cartographie des sols, et alors même que la classification des unités supérieures n'existait pas encore : c'est la classification des « séries » et des « types » des U.S.A. basée sur la roche-mère, la morphologie du profil, la texture; de telles classifications n'offrent souvent qu'un intérêt *régional.*

2. Le second objectif tend à élaborer un cadre scientifique, où se situent les grands groupes, les « unités supérieures » de la classification des sols : c'est la classification proprement « pédologique » à intérêt beaucoup plus général. La pédologie pouvant être définie « science de l'évolution » des sols, la plupart des auteurs sont d'accord pour asseoir cette classification générale sur une base « génétique », c'est-à-dire sur les processus de formation et d'évolution des sols.

Tous les travaux des classificateurs de ces dernières années visent, d'une part à unifier les classifications des unités inférieures et celles des unités supérieures, en un vaste système cohérent; d'autre part, à comparer les systèmes nationaux ou régionaux de classifications génétiques, de façon à se rapprocher progressivement d'une classification mondiale unique.

Dans cette conférence, nous nous préoccuperons seulement des classifications des unités supérieures à base génétique.

## II. LES DIFFICULTES DE LA CLASSIFICATION DES SOLS

Il ne faut pas se dissimuler que la classification des sols présente de très grosses difficultés : la principale réside dans le fait que les sols ne constituent pas des *unités discontinues,* comme les espèces animales et végétales : il existe toujours des intermédiaires, des formes de transition progressive d'un type à l'autre. C'est, semble-t-il, la raison pour laquelle il est extrêmement difficile d élaborer une classification « en pyramide », caractérisée par deux ou trois unités fondamentales au sommet, se subdivisant en unités d'ordre secondaire vers la base : la plupart des essais pour constituer de telles pyramides semblent voués à l'échec, parce qu'il est impossible de trouver des caractères — ou des processus d'évolution — suffisamment tranchés pour définir dès l'origine ces deux ou trois divisions fondamentales, nettement séparées. L'idéal serait d'élaborer une classification « en chaînes » plus ou moins ramifiées, permettant de rendre compte de la parenté des différents sols, tout en facilitant la mise en place des types intermédiaires : mais de tels schémas, s'ils sont parlants, ne constituent pas une véritable classification, utilisable dans la pratique.

D'où l'idée vers laquelle on s'est orienté récemment, en France, en Allemagne (EHWALD, [5]) et aux Etats-Unis, d'adopter un moyen terme et de classer d'emblée les sols dans dix à douze familles fondamentales : les « ordres » de la classification américaine, les « classes » de la classification française.

Il est à remarquer que le classificateur se trouve finalement placé devant le dilemme suivant : soit multiplier le nombre de classes, ce qui facilite son travail tout en diminuant l'intérêt scientifique de sa classification, soit au contraire le réduire, ce qui le rapproche de la « pyramide idéale », tout en augmentant les difficultés à résoudre et en donnant davantage prise à la critique.

## III. L'EVOLUTION DES IDEES EN MATIERE DE CLASSIFICATION DES SOLS

Il semble que depuis l'origine de la pédologie — qu'on peut situer en Russie à la fin du XIX$^{e}$ siècle — les idées en matière de classification aient passé par trois étapes fondamentales :

1. Les propriétés et les caractères des sols eux-mêmes étant encore mal connus, les premières classifications étaient basées non sur ces caractères propres, mais *sur les conditions écologiques présidant à la formation des sols;* or les pédologues russes estimaient — à juste titre d'ailleurs — que le climat exerçait une influence prépondérante sur cette formation : c'est là l'origine des classifications à base climatique (SIBIRTZEV, [14]). La majeure partie des sols était considérée comme dépendant du climat et se développant selon les « zones climatiques », ce qui leur a valu l'appellation de *zonaux;* les exceptions reconnues étaient constituées par les sols *azonaux* (peu évolués) ou *intrazonaux* (dépendant de la roche-mère ou de la « station »).

2. A mesure que les connaissances sur les mécanismes internes de l'évolution du sol se précisaient, les classifications plus récentes ont eu tendance à s'appuyer de plus en plus sur les caractères du sol eux-mêmes : mais chacune d'elles a eu tendance à ne considérer que *certains* caractères au détriment des autres, par exemple les caractères chimiques, en général mieux connus : les classifications « chimiques » ont alors connu un grand développement : citons celles de GEDROIZ [6], VON SIGMOND [15], DEL VILLAR [3], basées surtout sur l'état du complexe absorbant; d'autres classifications, dites « mixtes », ont mis en relief la liaison existant entre les conditions de pédogénèse, le climat et les propriétés chimiques essentielles : citons la classification de MARBUT [9], avec sa division fondamentale en « Pedocal », des climats secs, à B calcique et en « Pedalfer », des climats plus humides, à B enrichi en sesquioxydes; la classification de ROBINSON [12] et enfin la dernière en date, la plus détaillée et la plus complète, celle de PALLMANN [11].

3. La dernière étape correspond aux classifications modernes, que nous qualifierons de « *classifications synthétiques* ».

Ces classifications présentent deux particularités.

a) Elles tiennent compte, non d'un groupe de caractères particuliers, mais de l'ensemble des caractères de tous ordres, formant un tout cohérent. C'est ainsi que, dans les classifications modernes, interviennent à la fois les caractères morphologiques, physico-chimiques et biologiques : on constate que ces caractères se coordonnent mutuellement en *un ensemble harmonieux, susceptible*

*de traduire très efficacement la « parenté génétique » des divers sols.*

b) Elles sont généralement basées, pour les divisions fondamentales (classes ou ordres), seulement sur les caractères intrinsèques des sols et non sur les circonstances, les causes extérieures de leur évolution : celles-ci n'interviennent qu'au niveau des sous-ordres ou des sous-classes.

Par exemple, la classification française n'hésite pas à rapprocher dans une même classe (sols minéraux bruts), les sols de désert et les sols polygonaux arctiques, qui constituent deux sous-classes dont la faible évolution s'explique par des causes climatiques différentes.

Dans le même ordre d'idées, la classification américaine, comme la classification française, ont groupé dans une même classe (sols calcimorphes) les sols de steppe et les rendzines, pourtant d'origine fort différente : la distinction se fait, là encore, au niveau des sous-classes.

## IV. CRITERES DE LA CLASSIFICATION FRANÇAISE (AUBERT & DUCHAUFOUR, 1956 [1], remaniée en 1960 [4])

La classification française est basée, d'une part, sur le *degré d'évolution* du profil : (A)C, AC, A(B)C et ABC; d'autre part, sur les caractères d'ensemble du profil formant, nous l'avons déjà signalé, un tout coordonné où interviennent : l'altération, le type d'humus, le complexe absorbant, la structure. Le degré de « lessivage » n'est pris en considération que pour les unités d'ordre inférieur.

Ainsi, dans la classification française, c'est l'évolution de *l'ensemble* du profil, qui sert de base à la classification : le *type d'humus* est considéré comme particulièrement important, car, au moins pour certaines classes, il conditionne l'évolution du sol, par son action sur les horizons minéraux; ainsi trois classes fondamentales ont été séparées essentiellement en fonction de leur matière organique : les sols calcimorphes (Mull calcique ou Mull eutrophe épais), les sols à Mull mésotrophe et les sols à Mor. Signalons qu'en Belgique, MANIL [8] arrive à baser la classification qu'il propose pour les sols forestiers presque exclusivement sur le type d'humus : ceci est parfaitement valable dans le cadre des sols forestiers en climat tempéré. Sans aller aussi loin, pour une classification mondiale et générale, il semble indiqué d'attribuer au type d'humus un rôle prépondérant, en tant qu'élément biochimique fondamental, souvent stabilisateur de la structure, parfois au contraire agent provoquant le lessivage et même l'altération des silicates (Mor).

Il nous paraît important de dire quelques mots de la place accordée, dans la classification française, à l'« hydromorphie », c'est-à-dire le degré de saturation plus ou moins complète par l'eau, de tout ou partie du profil, provoquant des phénomènes d'anaérobiose.

Tout le monde s'accorde à attribuer à l'hydromorphie une importance particulière dans l'évolution des sols et cependant on note de grandes divergences, dans l'utilisation de ce caractère par les classificateurs : alors qu'AVERY [2], KUBIENA [7], MÜCKENHAUSEN [10] en font un critère fondamental (ils classent les sols en deux ou trois divisions fondamentales d'après l'hydromorphie), la classification américaine au contraire le considère comme secondaire et ne le fait intervenir que pour différencier les sous-ordres.

En France, nous avons adopté une position intermédiaire, et nous distinguons deux cas.

a) Si l'hydromorphie est très marquée, tant par son intensité et sa durée, que parce qu'elle affecte la majeure partie du profil, elle provoque l'apparition de phénomènes physico-chimiques particuliers, qui masquent tout autre processus physico-chimique de pédogénèse : réduction partielle du fer dans l'ensemble du profil, qui prend l'aspect « tacheté » (gley et pseudogley), parfois même accumulation de matière organique (tourbes). Dans ce cas, l'hydromorphie est considérée comme un critère fondamental : deux classes hydromorphes ont été distinguées : la classe des sols hydromorphes à réduction du fer, la classe des sols hydromorphes organiques.

b) Si l'hydromorphie est moins accentuée, ou seulement localisée en profondeur, le profil est alors mieux aéré, surtout à sa partie supérieure, et son évolution procède d'un autre processus de pédogénèse : dans ce cas, le caractère d'hydromorphie est utilisé seulement au niveau de la sous-classe, le processus fondamental servant à définir la classe (ex. : sol lessivé à pseudogley, podzol hydromorphe, sols ferrallitiques hydromorphes, etc.).

## V. CRITERES DE LA CLASSIFICATION AMERICAINE

La classification américaine de 1960, présentée à Madison par G. SMITH [16], traduit une même conception générale que la classification française; voici comment cet auteur la définit : « classification naturelle, basée sur des caractères mesurables, choisis parmi ceux qui affectent ou résultent de la génétique ». Signalons que le « microclimat » interne du sol a été inclus dans ces caractères (Aridisols), alors qu'il a été négligé, comme trop difficile à chiffrer, dans la classification française.

D'autre part, une conception nouvelle a été mise en avant, celle

du « pedon », c'est-à-dire du sol à trois dimensions, de façon à tenir compte de la variabilité du profil dans le sens horizontal.

La particularité de la classification américaine la plus remarquable consiste dans le choix comme critère de base de la nature et des propriétés des horizons minéraux profonds (horizon B), de préférence à celles des horizons de surface. La raison invoquée est l'instabilité du « type d'humus », notamment dans les profils modifiés par la culture. Cependant, si le type d'humus, au sens où nous l'entendons en France (Mull, Moder ou Mor), n'est pas pris en considération par les pédologues américains, il n'en est pas de même de l'ensemble des horizons humifères de surface (appelés « epipedon »), dans la mesure où leurs propriétés sont conservées par la mise en culture : ainsi les « Mollisols » — nos sols calcimorphes — sont caractérisés par un « mollic epipedon », de couleur foncée, épais, de consistance meuble et de structure stable.

Les différents types d'horizons B — considérés comme les plus importants — ont été remarquablement étudiés, définis et classés, par les spécialistes des U.S.A. : ils en distinguent plusieurs types; citons, par exemple, les B « cambic » résultant d'une simple altération sur place (notre horizon (B)), les B « argillic », à pellicules d'argile et de fer autour des unités structurales *(sols lessivés)*, et les B « spodic », enrichis en $Al_2O_3$ et en matière organique, à structure concrétionnée soit en masse (alios), soit à fines concrétions *(sols podzoliques)*.

## VI. COMPARAISON DE LA CLASSIFICATION FRANÇAISE ET AMERICAINE

Remarquons d'abord la correspondance de certaines classes des deux classifications; nous la résumons par le tableau suivant :

Entisols : sols peu évolués AC, sans horizons.
Mollisols : sols calcimorphes.
Alfisols : sols à Mull (part : bruns lessivés et lessivés).
Spodosols : podzols.
Ultisols : sols ferrugineux à altération poussée.
Oxisols : sols ferrallitiques à $Al_2O_3$ et $Fe_2O_3$ libres.
Histosols : sols hydromorphes organiques.

On constate que la classification américaine, basée exclusivement sur les horizons B et sur le concept « epipedon », confirme certains points de notre classification, bien que cette dernière fasse intervenir aussi le type d'humus et la nature de son action sur les horizons minéraux. C'est là l'indice que les deux systèmes traduisent efficacement, quoique par des moyens différents, la parenté génétique « naturelle » des sols. Soulignons, à ce sujet, certaines

analogies remarquables : les Mollisols, à « mollic epipedon », groupent comme nos sols calcimorphes les rendzines, les Brunizems, les chernozems (rappelons que calcimorphe ne signifie pas calcaire, mais riche en calcium échangeable). De même, il est encourageant de constater que la seule considération des horizons B a conduit les auteurs américains à séparer, comme nous l'avons fait, les sols lessivés des podzols : la différence de microstructure et de chimisme des horizons B confirme que les processus de pédogénèse, conditionnés par l'existence d'humus différents, s'opposent entièrement dans les deux sols; *elle justifie donc l'existence de deux classes distinctes pour ces sols.*

Notons que l'importance particulière attribuée aux horizons B, par les spécialistes des U.S.A., conduit néanmoins à certaines divergences entre les deux classifications. Nous en citerons un exemple : les sols bruns non lessivés et les sols bruns acides constituent l'essentiel de la classe des « inceptisols »; ils n'offrent pas, en effet, de B « argillic », mais bien un (B) « cambic », d'altération; il est de fait que ces sols à Mull, généralement sur pente de roche dure, sont peu évolués et comme tels, intermédiaires entre les sols bruns forestiers et les Rankers : les pédologues allemands les appellent souvent « Braunerde-Ranker »; MANIL [8] les classe franchement dans les Rankers : les inceptisols sont effectivement des sols peu évolués, dont plusieurs, tels que les Andosols, pourraient être classés avec les Rankers.

D'autre part, le microclimat, nous l'avons vu, est considéré par les classificateurs américains comme un facteur fondamental : cela explique qu'ils aient groupé dans un ordre particulier les « Aridisols », ou sols des régions sub-désertiques; dans la mesure où le microclimat très sec conduit à des processus de pédogénèse particuliers, cette idée paraît justifiée; il est intéressant de noter que ces « Aridisols » comprennent la majeure partie des sols salins. Remarquons cependant que tous les sols arides ne sont pas salins et inversement. Ici, nous sommes en présence d'un cas où la liaison entre un caractère physique de base et un caractère chimique n'est pas parfaite, ni constante; cette considération laisse un doute sur l'opportunité de la création de cette classe.

Pour terminer, nous discuterons, de manière un peu plus détaillée, deux particularités de la classification américaine, qui l'oppose à la classification française de 1956 : il s'agit de l'existence, dans la classification américaine, d'un ordre spécial, les « Vertisols », et de l'absence d'un ordre des sols hydromorphes.

a) *Les Vertisols* (Grumosols) correspondent à nos « argiles noires tropicales », à certains « Tirs » du Maroc, qui ont été classés par nous dans une sous-classe des sols calcimorphes : les sols calci-

morphes hydromorphes. Les auteurs américains ont renoncé à ranger ces sols relativement peu humifères dans les Mollisols, qui offrent un « epipedon » noir très riche en matière organique. Cependant, il y a bien une *parenté génétique* incontestable entre ces sols et certains sols de steppe, tels que les chernozems; les récentes études de SCHEFFER et ses collaborateurs en 1960 [13], sur les Régurs de l'Inde, montrent que ces sols offrent un complexe argilo-humique de même nature que celui des sols de steppe : formation de complexes très stables de montmorillonites et acides humiques noirs très polymérisés, emprisonnant les oxydes de fer libres. Cette raison suffit, à mon avis, pour ne pas séparer ces sols des autres sols calcimorphes, qui offrent ce même caractère fondamental.

b) *L'absence de classe « hydromorphe »*, dans la classification américaine, constitue une lacune incontestable : lorsque le phénomène d'hydromorphie est suffisamment accentué, qu'il affecte la majeure partie du profil et qu'il s'agit d'eau stagnante réductrice, il induit une *évolution particulière du profil, qui masque ou empêche tout autre processus de pédogénèse :* les oxydes de fer sont partiellement réduits et la matière organique évolue en anaérobiose partielle; le profil des sols à gley et de certains pseudogley à hydromorphie superficielle est identique, quelles que soient les autres conditions de milieu, en particulier de climat. Pour cette raison, il nous paraît indispensable de conserver une ou deux classes de sols hydromorphes.

**CONCLUSION**

La classification américaine est peut-être plus « pratique » que la classification française, notamment en ce qui concerne la classification des sols de culture; la classification française, basée sur l'évolution de sols naturels et sur l'ensemble du profil, repose sans doute sur une base scientifique plus solide.

Quoi qu'il en soit, une constatation s'impose : les précédentes approximations de la classification américaine des sols étaient encore très éloignées de la plupart des classifications européennes, qui au contraire étaient très proches les unes des autres (en dehors de la classification française, rappelons celles de KUBIENA [7], AVERY [2], MÜCKENHAUSEN [10], MANIL [8] et EHWALD [5]).

Or, l'approximation de 1960 marque un rapprochement spectaculaire de la classification américaine et des classifications d'Europe occidentale. Si on tient compte du fait que les méthodes de travail des cartographes américains s'opposent, dans une large mesure, à celles de leurs collègues européens, surtout parce qu'elles placent

au premier plan les objectifs pratiques, ce rapprochement est l'indice d'un réel progrès de la science pédologique, dans le sens d'une unification des méthodes et des conceptions : c'est là une constatation très encourageante.

Conférence faite à Madrid, sous l'égide du « Consejo superior de Investigaciones cientificas », en mai 1961.


**Résumé**

Après avoir rappelé les difficultés de la classification des sols et dressé un bref tableau historique de l'évolution des idées en cette matière, l'A. compare la classification de AUBERT & DUCHAUFOUR de 1956 (révisée en 1960) avec la nouvelle classification américaine, présentée au Congrès de Madison en 1960. Les deux classifications, basées l'une et l'autre sur les processus physicochimiques de l'évolution se traduisant par un ensemble de caractères morphologiques et de propriétés mesurables, présentent beaucoup de points communs. La principale différence provient de ce que la classification française est basée sur l'ensemble du profil, y compris les types d'humus, alors que la classification américaine choisit de préférence comme « horizons de diagnostic » les horizons profonds non perturbés par l'action humaine.


**VERGELIJKING TUSSEN DE AMERIKAANSE EN DE FRANSE BODEMCLASSIFICATIE**


**Samenvatting**

Na herinnerd te hebben aan de moeilijkheden die de bodemclassificatie biedt, en na een historisch overzicht geschetst te hebben van de gedachtenevolutie dienaangaande, vergelijkt de auteur de classificatie van AUBERT & DUCHAUFOUR van 1956 (herzien in 1960) met de nieuwe Amerikaanse bodemclassificatie, die tijdens het Congres van Madison werd voorgesteld. Deze twee classificaties, beide gebaseerd op de fysico-chemische evolutieprocessen die zich uiten in een geheel van morfologische eigenschappen en meetbare kenmerken, vertonen veel gemeenschappelijke punten. Het voornaamste verschil komt voort uit het feit dat de Franse classificatie gebaseerd is op het bodemprofiel in zijn geheel, met inbegrip van de humustypen, terwijl de Amerikaanse classificatie bij voorkeur de diepe horizonten, die niet gestoord werden door de menselijke activiteit, als « diagnotische horizonten » neemt.

## BIBLIOGRAPHIE

[1] AUBERT (G.) & DUCHAUFOUR (Ph.). — Projet de classification des sols. *VIe Congrès intern. Sc. du Sol*, Paris, 1956, **V**, **97**, vol. E, p. 597-604.

[2] AVERY (B. W.). — A classification of british soils. *VIe Congrès intern. Sc. du Sol*, Paris, 1956, **V**, **45**, vol. E, p. 279-285.

[3] DEL VILLAR (E.). — Méthode de classification et analyse des sols. *Trav. Inst. Scientif. Chérifien, Div. Instruc. publ. du Maroc.* Edit. intern., 11 av. de Rabat, Tanger, 1953, 193 p.

[4] DUCHAUFOUR (Ph.). — Précis de Pédologie. Masson & Cie Edit., Paris, 1960, 438 p.

[5] EHWALD (E.). — Bemerkungen zur Abgrenzung und Gliederung der wichtigsten Bodentypen Mitteleuropas unter dem Gesichtspunkt einer internationalen Annäherung in der Bodensystematik. *Zeitsch. f. Pflanzenernähr., Düng., Bodenkunde*, **80**, (1), 1958, p. 18-42.

[6] GEDROIZ (K.). — Der adsorbierende Bodenkomplex und die adsorbierten Bodenkationen als Grundlage der genetischen Bodenklassifikation. *Kolloid-chem. Beihefte*, 1929, p. 1-112.

[7] KUBIËNA (W. L.). — The soils of Europe, illustrated diagnosis and systematics. *Consejo sup. de investigaciones cientificas of Madrid*, Serrano 113, Madrid, 1953.

[8] MANIL (G.). — Aspects pédologiques du problème de la classification des sols forestiers. *Pédologie*, **IX**, 1959, p. 214-226.

[9] MARBUT (C. F.). — A scheme for soil classification. *Proc. first intern. Congr. of Soil Sc.*, **IV**, 1928, p. 1-31.

[10] MÜCKENHAUSEN (E.). — A tentative classification scheme of the soils of Germany. *F. A. O. Meeting subgroup f. soil classification*, Gand, 1954.

[11] PALLMANN (H.). — Pédologie et phytosociologie. *Congrès intern. de Pédologie médit.*, Montpellier, mai 1947, p. 1-36.

[12] ROBINSON (G. W.). — Soils Th. Murby, London, 3rd edit., 1949, 573 p.

[13] SCHEFFER (F.), FOLSTER (H.) & MEYER (B.). — Zur Entstehung von Schwarzerden und schwarzerdeartigen Böden. I. Mitt. : Der indische Regur als Beispiel für tropische Schwarzerdebildung. *Chemie der Erde*, **(4)**, 1960, p. 302-330.

[14] SIBIRTZEV (N.), in GLINKA (K.). — Die Typen der Bodenbildung. Berlin, 1914.

[15] SIGMOND (von). — Principes of scheme of a general soil system. *Soil Res.*, **3**, 1933, p. 103-126.

[16] Soil classification. A comprehensive system. 7th approximation. *Soil Survey Staff, Soil Conserv. Serv., United States Depart. of Agric.*, août 1960, 265 p.

---